

**Н.Е. СЕРГИЕНКО**, канд. техн. наук,  
**А.Н. МАРЕНИЧ, А.Н. СЕРГИЕНКО**, НТУ «ХПИ» (г. Харьков)

## **К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА И РАСХОДА ТОПЛИВА АВТОМОБИЛЕМ**

Представлено результати визначення структури, параметрів і характеристик пристрою для визначення кількості палива в баці й витрати палива автомобілем, виконаного на базі мікропроцесора з використанням штатних датчиків.

Results of definition of structure, parameters and characteristics of the device for definition of quantity of fuel in a forecaskle and a corrected car economy executed on baseline of the microprocessor with use of regular sensing transducers presented.

**Постановка проблемы.** На многих автомобилях в составе контрольно-измерительных приборов для определения количества топлива в баке используется измерительный преобразователь – потенциометр с переменным сопротивлением и стрелочный указатель [1–4]. Он обладает следующими недостатками: низкая чувствительность, нелинейность передаточной характеристики, высокая погрешность измерения (7 – 10) % примерно 4 л (по мере износа подвижных частей датчика эта погрешность возрастает) и др. Показания стрелочного указателя уровня топлива не соответствуют действительному количеству топлива. Кроме неточности предоставляемой водителю информации, это устройство имеет ограниченные функциональные возможности, которые сегодня можно существенно расширить, используя современные микропроцессоры.

**Анализ публикаций.** Топливные баки современных автомобилей имеют весьма сложную форму, что вынуждает использовать профилированные датчики уровня. Под действием сил инерции происходит перераспределение топлива в баке, что приводит к появлению также погрешности измерения [2].

В СНГ и в дальнем зарубежье создаются все более точные и надежные измерители уровня топлива. Кроме того, находят применение приборы, реализующие простые и доступные методы и средства измерения. Так данным направлением занимается компания «Топливомер сервис». Особенностью их топливомеров ПТ-041 [4] является оригинальный принцип измерения уровня топлива, согласно которому замеряется расстояние от горловины до поверхности топлива [5]. Он обладает рядом недостатков: прибор внешний; для вычисления результата замера необходимо прибегать к тарировочным таблицам или дополнительным устройствам.

Проблема контроля за расходом топлива актуальна для любого предприятия, в котором эксплуатируются транспортные средства, а также для каждого водителя [6–8]. При этом обычные мероприятия по

фактическому замеру топлива в баке, определению расхода топлива на различных режимах движения автомобиля могут дать реальный положительный результат.

**Цель статьи.** Определение параметров и характеристик датчика, структуры и алгоритма работы многофункционального цифрового измерителя количества топлива в баке и расхода топлива автомобилем.

**Определения параметров и характеристик измерителя количества, расхода топлива автомобилем.** Задачей работы ставиться на базе конструкции штатного измерительного датчика определить структурную схему, алгоритм работы и электрическую принципиальную схему автомобильного многофункционального цифрового устройства, определяющего вышеуказанные параметры при различных условиях работы автомобиля.

На основе анализа конструктивных исполнений аналогичных устройств была разработана структурная схема измерителя уровня топлива, представленная на рис. 1. В качестве первичного преобразователя используется потенциометр переменного сопротивления, подвижная часть которого кинематически связана с поплавком, который включается в мостовую измерительную схему. Балансировка моста осуществляется при максимальном значении сопротивления (соответствующее полному заполнению бака топливом). Вторичный преобразователь, позволяет повысить величину выходного сигнала, а также увеличить чувствительность измерительного блока. Сигнал с вторичного преобразователя подается для оцифровки на АЦП, сигнал с которого подается на микроконтроллер для обработки и выдачи соответствующего результата на индикатор.

Для определения скорости движения автомобиля на каждом колесе установлен датчик углового ускорения. Обработка их сигналов позволяет определить с высокой точностью скорость движения автомобиля.

В соответствии со структурной схемой была разработана схема электрическая принципиальная рис. 2. Датчик уровня В1 включается в одно из плеч измерительного моста, представленного резисторами R1-R3, сигнал с измерительного моста подается на операционный усилитель DA1 с коэффициентом усиления K, величина которого регулируется резистором RG, далее сигнал из усилителя подается на АЦП DA2 и затем на микропроцессор DD1, результаты отображаются на индикаторе HG1. Схема DA3 необходима для защиты микропроцессора от «зависания».

На рис. 3 приведена функциональная схема многофункционального устройства. Для получения необходимых показателей дополнительно требуется таймер, датчик – одометр, определяющий путь, пройденный автомобилем.

Принцип работы штатного датчика уровня топлива, применяемого на отечественных автомобилях, основан на изменении сопротивления потенциометра реагирующего на положение поплавка в баке. К примеру, для

```
graph TD; A[Потенциометрический преобразователь] --> B[Схема включения]; B --> C[Масштабный преобразователь]; C --> D[АЦП]; E[Одометр] --> D; D <--> F[Микропроцессор]; F --> G[Индикатор]; F --> H[Датчик углового ускорения 1]; F --> I[Датчик углового ускорения 2]; F --> J[Датчик углового ускорения 3]; F --> K[Датчик углового ускорения 4];
```

21



Рисунок 3 – Функциональная схема многофункционального цифрового измерителя количества и расхода топлива

Подвижная часть преобразователя меняет угол поворота от  $0^\circ$  до  $100^\circ$ , следовательно, чувствительность такого прибора составляет 0,9 витка на 1 градус поворота датчика. Передаточный коэффициент  $K$  от поплавка к диску составляет 0,21. Длина дуги, по которой движется ползунок преобразователя, составляет 192 мм. Т.е. при использовании топливного бака объемом 46 литров и измерения в нем уровня топлива с помощью потенциометрического преобразователя чувствительность системы при линейной характеристике составит 4 мм на 1 литр, или же 0,83 л. Указанная точность не в полной мере удовлетворяет требованиям. Зависимость значения сопротивления потенциометра от угла поворота для автомобиля ВАЗ 2121 Нива приведена на рис. 4. Как видно из рисунка, реальная характеристика преобразователя нелинейная, а при эксплуатации такого датчика в реальных условиях, эта нелинейность будет выражена еще больше.

Существенную нелинейность характеристики задает также конструкция и форма бака. Форма бака на многих автомобилях выполняется таким образом, чтобы заполнить образованную нишу, обеспечить использование заданного резерва топлива. Объем топлива изменяется не пропорционально ходу чувствительного элемента датчика (см. рис. 5).

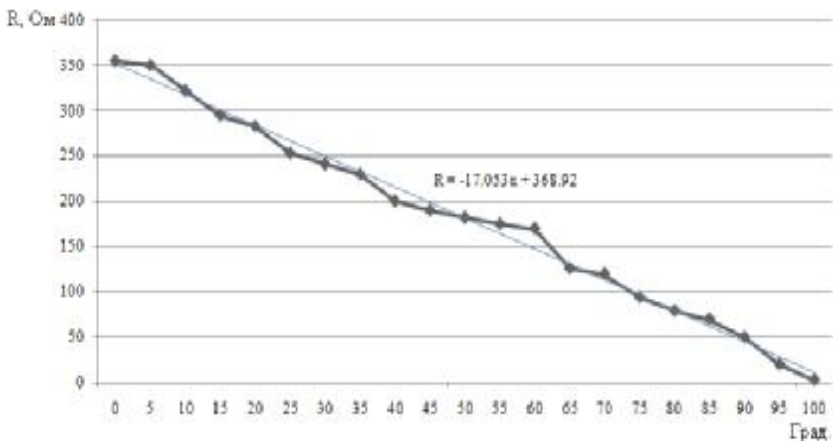


Рисунок 4 – Зависимость сопротивления поплавкового датчика от угла поворота ползуна потенциометра

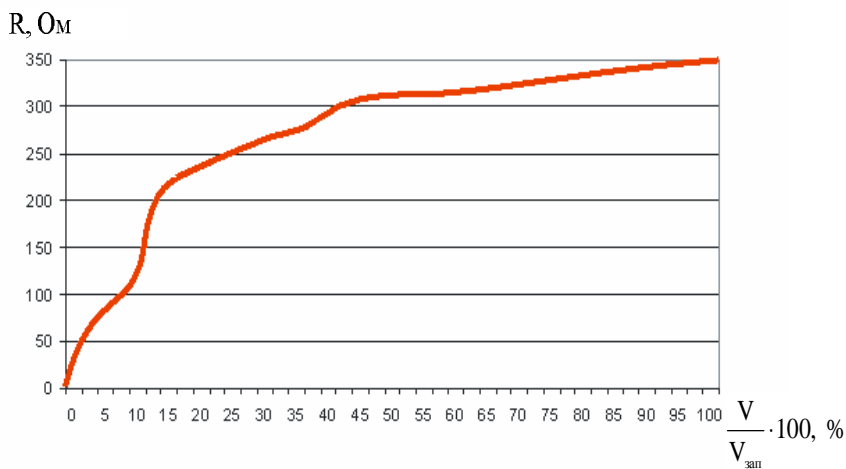


Рисунок 5 – Зависимость сопротивления датчика от степени заполнения бака топливом

Большинство современных датчиков измеряют количество топлива с точностью до 0,1 л. Повышение точности такого преобразователя может быть достигнуто конструктивными мероприятиями [2], а также изменением

методики обработки сигнала с датчика. К примеру, если увеличить радиус диска потенциометра датчика в 5 раз – до 106 мм, то количества витков на 1 градус, необходимо увеличить вдвое. Для исключения зоны нечувствительности датчика, возможно изменить угол навивки проволоки относительно оси поворота ползуна и конструкцию ползуна. Это позволит в некоторой степени повысить чувствительность датчика. Уменьшение толщины навиваемой проволоки не представляется возможным из-за снижения ресурса.

Ввиду того, что топливные баки на различных моделях автомобилей могут иметь разную форму (см. рис. 6), для повышения достоверности измерений количества топлива, тарировку измерительного датчика необходимо производить непосредственно для каждой конструкции топливного бака. Шаг тарировки необходимо выбирать с учетом обеспечения требуемой чувствительности и точности измерения.



Рисунок 6 – Форма топливного бака автомобилей ВАЗ 2104–07 и ВАЗ 2121

### **Функция измерения расхода топлива**

С применением микропроцессора в предлагаемой измерительной системе становится возможным не только отображение текущего значения уровня топлива, а так же накапливание этих результатов и их дальнейшая математическая обработка. Так одной из таких функций, есть функция измерения изменения объема израсходованного топлива. Расход топлива может рассчитываться как за заданный временной период, в данном случае временная привязка организовывается к встроенному в микропроцессор таймеру и результат будет представлен как [л/ч] формула (1), либо в виде

[л/км], в этом случае результат зависит от пройденного расстояния формула (2):

$$G_1(\Delta V, t) = \frac{V_2 - V_1}{t}, \quad (1)$$

где  $V_1$  и  $V_2$  – количество топлива до и после начала измерения;  
 $t$  – временной интервал, за который производилось измерение;

$$G_2(\Delta V, L) = \frac{V_2 - V_1}{L}, \quad (2)$$

где  $L$  – расстояние, пройденное автомобилем.

### **Выводы.**

В работе определены параметры и характеристики элементов устройства измерения количества топлива в баке автомобиля и его расхода. Выявлены источники возникновения погрешности в существующих системах измерения количества топлива в баке автомобиля и представлены варианты решений, направленных на повышение точности измерений. Разработаны структурная, электрическая схемы и методика определения количества и расхода топлива автомобилем с помощью микропроцессорного устройства.

**Список литературы:** 1. Голобородько О.О., Радчиць В.В., Коробочка О.М. Мехатронні системи автомобільного транспорту. – Харків: ТОВ Компанія СМІТ, 2006. – 300 с. 2. Сергієнко М.Є., Маренич О.М. Автомобильный цифровой измеритель уровня топлива. Вісник НТУ «ХПІ» 33'2007. – с. 171-175. 3. Поляк Д.Г., Есеновский –Лаишков Ю.К. Электроника автомобильных систем управления – М.: Машиностроение, 2000. – 200 с. 4. Сайт [www.toplivomer.ru](http://www.toplivomer.ru) 5. Измеритель топлива в баке транспортного средства: Пат. 2344381 РФ. МКИ G01 P 5/08/ Ложкин А.П., Лысанов Н.Г.; заявка – 2007120564; Опубл. 20.01.09. 6. Сайт [www.multitronics.ru](http://www.multitronics.ru). 7. Сайт [www.owen.ru](http://www.owen.ru). 8. Сайт [www.filur.net](http://www.filur.net).

Поступила в редколлегию 22.12.2009